

使用 UV-2600i Plus 基于哈森色标评估紫外线降解的塑料

Tomomi Higashida

特点描述

- ◆ 由于紫外线降解导致的塑料变黄现象可以基于哈森色标进行量化。
- ◆ LabSolutions UV-Vis Color 软件中的光谱评估功能为用户提供了一种基于哈森色标评估样品的简单方法。

■ 引言

由于塑料具有出色的加工性能且质量较轻，它们被应用于许多工业产品中，如汽车零部件和包装材料。然而，老化以及暴露在紫外线、雨水和热量下会使塑料降解，降低其强度并影响其外观。

本应用报告介绍了使用紫外可见分光光度计测量被紫外线降解的塑料的颜色，并基于哈森色标评估颜色变化。本分析使用了两种高透明塑料：聚碳酸酯（PC）和聚对苯二甲酸乙二酯（PET）。哈森色标，也称为 APHA 色标和铂钴色标，可根据材料的颜色变化（从无色或透明到淡黄色）来评估材料。

■ 样品

在加速耐候试验机（岩崎电气株式会社）中用紫外线照射 PC 和 PET 的平板块长达 30 小时（相当于大约 7 个月的紫外线照射时间）来制备样品。所使用的样品如图 1 和图 2 所示。随着紫外线照射时间的延长，样品逐渐变黄，且 PET 变黄的程度比 PC 更强烈。

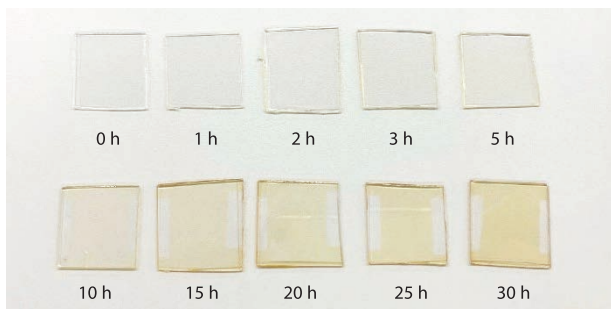


图 1 经紫外线照射的聚碳酸酯（PC）
（图中的数字表示紫外线照射时长。）

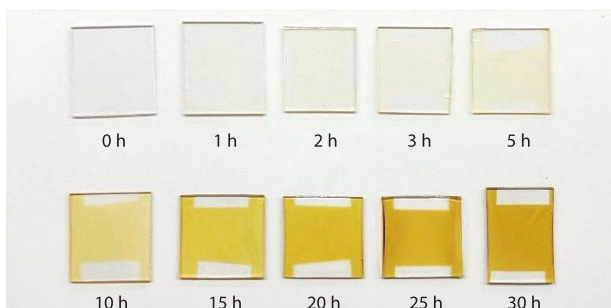


图 2 经紫外线照射的聚对苯二甲酸乙二酯（PET）
（图中的数字表示紫外线照射时长。）

■ 测量紫外线降解的 PC 和 PET 的总紫外线透光度

由于紫外线照射导致 PC 和 PET 样品变黄的同时，也使样品出现了一定程度的混浊，因此使用积分球测量其总紫外线透光度。如果样品产生大量散射，可以将 ISR-2600Plus 积分球安装到 UV-2600i Plus 上（图 3），并将样品放置在积分球入口处，以此来测量其总透光度光谱。在进行无样品的基线测量后，放入样品，并按照表 1 所示的条件进行测量。测量结果如图 4 和图 5 所示。



图 3 UV-2600i Plus

表 1 总透射率光谱测量条件

设备:	UV-2600i Plus ISR-2600Plus
测量波长范围:	380 至 780 nm
采样间隔:	1.0 nm
扫描速度:	中速
狭缝宽度:	5.0 nm

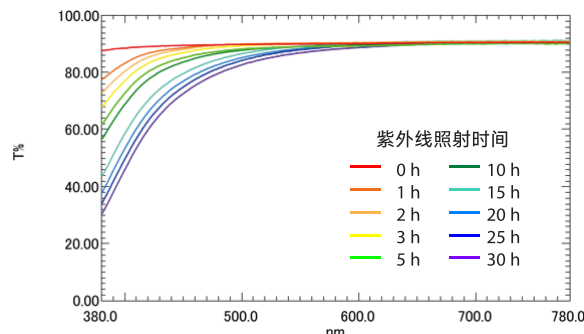


图 4 紫外线降解 PC 的总透射率光谱

未受紫外线照射的 PC（0 h）在所有波长下的透光度几乎保持恒定（图 4）。对 PC 进行紫外线照射后，在波长小于 600 nm 的较短波长区域，其透光度降低。经过 30 小时的紫外线照射后，在 380 nm 波长处的透光度降至初始值的 30% 左右。

透光度光谱测量结果还表明，紫外线照射时间越长，PC 样品的颜色就变得越黄。

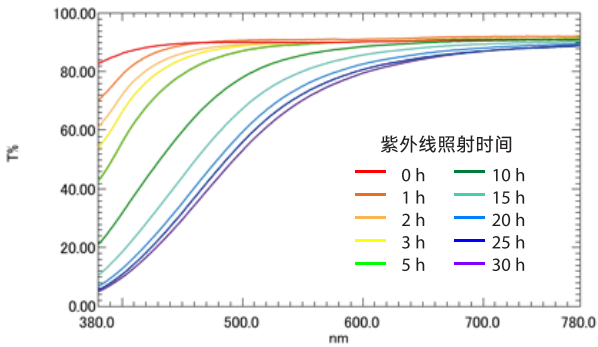


图 5 紫外线降解 PET 的总透光率光谱

与 PC 类似，图 5 显示，PET 受紫外线照射的时间越长，其透光率的损失就越大。

图 6 显示了 PC 和 PET 样品在经过 0、10、15 和 30 小时的紫外线照射后的总透光率光谱叠加图。对比未受照射 (0h) 的 PC (红色实线) 和未受照射 (0h) 的 PET (红色虚线) 可知，在波长小于 450 nm 的区域，PC 的透光率高于 PET 的透光率，这表明 PC 是一种更透明的材料。此外，虽然未受照射的 PC 和 PET 在波长大于 450 nm 时的透光率几乎相同，但在经过相同时长的紫外线照射后，PET 的透光率低于 PC 的透光率，并且紫外线照射对 PET 的变黄影响比 PC 更大。

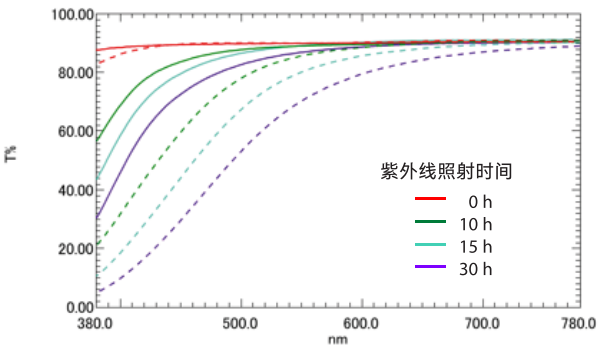


图 6 紫外线降解的 PC 和 PET 的总透光率光谱对比
实线：PC，虚线：PET

■ 基于哈森色标对紫外线降解塑料的评估

LabSolutions UV-Vis Color 是 LabSolutions UV-Vis 的一款可选软件产品，它可以计算哈森单位值。关于在该软件中配置计算哈森单位值的高级设置的信息，可查阅应用报告 01-00834-EN。

利用 PC 和 PET 样品的总透光率光谱来计算哈森单位值，并基于这些值对样品进行评估。从光谱计算得出的哈森单位值见表 2 和表 3。

表 2 紫外线降解 PC 的哈森单位值计算结果

文件名	哈森色标值
PC_0h.vspd	2.038
PC_1h.vspd	6.387
PC_2h.vspd	9.334
PC_3h.vspd	13.033
PC_5h.vspd	17.075
PC_10h.vspd	24.192
PC_15h.vspd	43.611
PC_20h.vspd	52.944
PC_25h.vspd	61.264
PC_30h.vspd	68.562

LabSolutions 是岛津制作所或其附属公司在日本和 / 或其他国家的商标。

表 3 紫外线降解 PET 的哈森单位值计算结果

文件名	哈森色标值
PET_0h.vspd	2.305
PET_1h.vspd	9.002
PET_2h.vspd	16.694
PET_3h.vspd	25.220
PET_5h.vspd	46.237
PET_10h.vspd	127.591
PET_15h.vspd	210.888
PET_20h.vspd	270.964
PET_25h.vspd	295.726
PET_30h.vspd	317.631

图 9 显示了表 2 和表 3 中的哈森单位值与紫外线照射时间之间的关系。

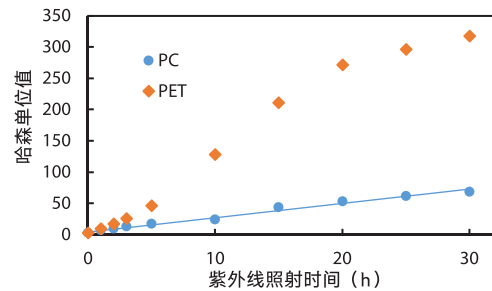


图 9 基于哈森色标对紫外线降解 PC 和 PET 的评估

随着紫外线照射时间的增加，PET 的哈森单位值比 PC 增长得更快，这表明 PET 更容易受到紫外线降解的影响。此外，对于 PC 来说，哈森单位值随紫外线照射时间的增加几乎呈完全线性增长，而对于 PET，从照射 20 小时起，哈森单位值的增长速度就变慢了。

■ 结论

针对两种高透明塑料 (PC 和 PET) 因紫外线照射而变黄的情况，计算了哈森单位值。这些哈森单位值与紫外线照射时长之间的关系表明，PET 比 PC 更快地受到紫外线降解。

LabSolutions UV-Vis Color 软件包含用于计算哈森单位值的校准曲线，用户只需测量样品的透光率，而无需测量大量标准样品的透光率，即可简单地计算出哈森单位值。

最后，虽然 ISO 6271:2015¹⁾、ASTM D1209-05(2019)²⁾ 和 JIS K0071-1:2017³⁾ 等标准中包含与哈森色标相关的标准，但在依据这些标准或类似标准评估材料时，建议核实这些标准是否为其最新版本。

< 参考文献 >

- ISO 6271:2015 透明液体—基于铂钴色标的颜色评估
- JIS K0071-1:2017 化工产品颜色测试方法——第 1 部分：基于哈森单位 (铂钴色标) 的颜色评估
- 透明液体颜色的标准测试方法 (铂钴色标)

< 相关应用报告文章 >

- 使用 UV-1900i Plus 基于哈森色标评估化工产品的原材料应用报告 01-00834-EN
- 使用塑料分析仪分析紫外线降解的塑料应用报告 A647

岛津应用云



岛津企业管理 (中国) 有限公司
岛津 (香港) 有限公司

http://www.shimadzu.com.cn

用户服务热线电话：800-810-0439
400-650-0439

免责声明：

* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售；
* 本资料中的所有信息仅供参考，不予任何保证。
如有变动，恕不另行通知。

第一版发行日：2025 年 2 月